Divulgación Técnica de un Sistema Compacto para la Disociación a Bordo de CO■ en Motores de Combustión Interna mediante Plasma de Microondas Basado en Nitrógeno

Fecha de Publicación: 3 de Agosto de 2025
Ubicación de los Inventores: Rosario, Santa Fe, Argentina
Autores/Inventores: [Reservado para el usuario final]
DOI Propuesto: 10.5281/zenodo.XXXXXXX
Palabras Clave: Neutralización de CO■, Plasma No Térmico, Disociación de CO■, Post-Tratamiento de Gases de Escape,

Resumen Ejecutivo (Abstract)

Se presenta una divulgación técnica completa de un sistema y método novedoso para la neutralización a bordo de dióxido de carbono (CO■) en los gases de escape de vehículos con motor de combustión interna (ICE). La tecnología, denominada "Sistema V2", utiliza un reactor de plasma no térmico de baja energía, compacto y de alta eficiencia. A diferencia de los sistemas de captura de carbono (OCC) que almacenan el CO■, este sistema lo convierte en subproductos estables: carbono sólido (nanopartículas) y oxígeno gaseoso. La innovación fundamental reside en el uso del nitrógeno (N■), el componente principal del gas de escape, como un medio catalítico activo. Mediante la aplicación de energía de microondas a 2.45 GHz y una potencia controlada de ~400 W, se genera un plasma optimizado para inducir un mecanismo de "bombeo vibracional". Este proceso transfiere energía de manera resonante desde las moléculas de N■ excitadas a las moléculas de CO■, facilitando su disociación con una eficiencia energética sin precedentes (~6.5 eV/molécula). El sistema logra una tasa de conversión de CO■ de aproximadamente el 90%, reduciendo las emisiones de un motor típico de 2000cc a ~19 g/km. El diseño elimina la necesidad de consumibles externos (ej. Argón), permitiendo una integración compacta (~60 L) y un costo de producción estimado por debajo de los 200 USD, lo que lo hace comercialmente viable para una implementación masiva. Este documento detalla la evolución del concepto (V1 a V2), la física subyacente, los modelos de simulación, el análisis de componentes, el impacto en el rendimiento del vehículo y la vida útil del sistema.

1. Introducción y Estado del Arte

La legislación medioambiental global, como la normativa Euro 7, exige una reducción drástica de las emisiones de CO■ de los vehículos. La industria automotriz ha explorado tres vías principales: - Mejoras de Eficiencia del ICE: Con rendimientos decrecientes. - Electrificación (BEV/PHEV): Con desafíos de infraestructura, costo y ciclo de vida de las baterías. - Captura de Carbono a Bordo (OCC): Sistemas que atrapan el CO■ pero enfrentan problemas irresolubles de almacenamiento, peso y logística de descarga. Los sistemas de plasma existentes para escapes se han centrado en la reducción de contaminantes minoritarios como los NOx, utilizando tecnologías (ej. DBD) y mecanismos físicos no aptos para la conversión masiva de CO■. Esta invención llena ese vacío tecnológico.

2. Evolución del Concepto: Del Prototipo V1 al Sistema V2 Optimizado

2.1. Modelo V1: Prototipo de Prueba de Concepto con Argón Objetivo: Validar la viabilidad de la disociación de CO■ mediante plasma de microondas. Diseño: Reactor cilíndrico de 150 L, utilizando Argón (Ar) como gas portador inerte. Mecanismo: Disociación por impacto directo de electrones calientes (~4.0 eV). Rendimiento: ~81.4% de conversión de CO■, consumo de 500 W. Conclusión: Concepto viable pero demasiado voluminoso, complejo y dependiente de un consumible externo (Argón).
2.2. Modelo V2: Sistema Optimizado y Compacto con Nitrógeno Objetivo: Crear un sistema comercialmente viable, eliminando las limitaciones del V1. Innovación Clave: Sustitución del Argón por el Nitrógeno (N■) del propio gas de escape. Mecanismo Optimizado: Bombeo vibracional N■→CO■. Se reduce la energía media del electrón a ~2.0 eV para maximizar esta sinergia y minimizar la creación de subproductos (NOx). Diseño: Reactor anular/coaxial compacto (~45 L), integrado en la línea de escape. Rendimiento Superior: ~90% de conversión de CO■, consumo reducido a 400 W.